

接合方法、接合装置及び封止部材

BACKGROUND OF INVENTION

1. Field of the Invention

【0001】

デバイスのパッケージング技術又は接合技術に関し、特にMEMSデバイスにおけるパッケージング技術又は接合技術に関する。

2. Description of the Related Art

【0002】

従来から、マイクロマシンやMEMS (Micro-Electro-Mechanical-Systems) デバイスでは、チップ内に可動部材を有し壊れやすい構造をもつものも多いことから、半導体とは異なってダイシング工程の前に封止しておくことが有効と考えられ、ウェハプロセスでのパッケージングの試みがなされている。

【0003】

例えば、シリコンウエハ上に形成されたMEMS部品をガラスで覆って接合し、パッケージングするような例があり、このような異種材料の接合には、一般的には陽極接合が用いられている。

【0004】

図6に、陽極接合の概念図を示す。陽極接合は、支持ステージ30上に載置されたシリコンウエハ10にナトリウム不純物を含んだガラス20 ($\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O}$ 等) を貼り合わせ、加圧治具40により圧力をかけながら、温度を数百度 (通常400℃程度) に上げた状態で500～1000Vの電界をかけ、ガラス中のイオン移動を利用して界面に SiO^- を生成させ、ガラスとシリコンを接合させる技術である。すなわち、シリコンを正極、ガラスを負極として、直流電源50により電圧をかけるとガラス中のナトリウムは+イオンであるから負側に移動するとともに、シリコンとの界面には負の SiO^- イオンを含む空間電荷層が形成され、界面で大きな静電引力が働き、共有結合が形成される。

【0005】

また、高温に加熱することなく接合する常温接合技術も提案されている。これは、2枚の基板の接合面をプラズマやイオンビームで清浄化し活性化した後常温で貼り合わせるものである。さらに、常温で接合した後に炉で加熱して強固に接合する方法も考えられている（例えば、特開2002-64268号公報参照）。

【0006】

しかしながら、陽極接合は、数百℃程度に加熱することが必要で、試料をセットしてから圧力・電圧をかけながら昇降温させる時間（数時間程度）がかかり、量産技術としては問題がある。また、室温から数百℃まで、熱膨張率がほぼ一致する材料間でしか適用できない。さらに、ナトリウムは半導体回路に悪影響を与えるため、半導体デバイスと混載されたMEMSには適用が困難である。

【0007】

また、常温接合では、接合力は界面での分子間力のみであり、貼り合わせる材料の組み合わせによっては十分ではなく、また、たとえば温度や振動に関して過酷な環境で用いられるデバイスにおける信頼性が十分ではない。

【0008】

さらに、常温接合の後に炉で加熱する方法にあっては、陽極接合と同様に、プロセスの長時間化、熱膨張率の一致が必要等の問題が生じる。その他、MEMSデバイスが形成されているチップを高温加熱すれば、たとえ強力な接合が可能であったとしても、チップに形成されているMEMSデバイスがダメージを受けることにもなる。

SUMMARY OF THE INVENTION

【0009】

このような問題点に鑑み、本発明は、熱膨張率の異なる材料であっても、短時間の処理で強固な接合が可能な接合方法を提供することを目的とする。

【0010】

本発明は、前記目的を達成するために、第1の基板と第2の基板を重ね合わせて、第1の基板に吸収されるが、第2の基板に吸収されない波長の光を、第1の

基板と第2の基板との界面に照射して接合する方法及び装置を提供する。

【0011】

接合に際しては、第1の基板と第2の基板とを加圧すればさらによい。第1の基板と第2の基板とを加圧する加圧部材には、加圧圧力を計測するセンサを備えることもできる。また、第1の基板の光照射側とは反対側に温度調整装置を備えるようにしてもよい。

【0012】

第2の基板としては石英、ガラス又は樹脂からなる封止部材を用いることができ、封止部材は、ウェハと同一形状でアライメントマークを有するようにしてもよく、MEMS部品との干渉を防ぐ凹部を形成してもよい。さらに、封止部材には接合面を除いて適宜遮光材を形成することもできる。さらに、熱可塑性を有するプラスチックフィルムや光照射により基板に接合する接着剤を有するプラスチックフィルムを封止部材とすることもできる。

【0013】

本発明によれば、高温又は長時間の加熱をしないで接合することができ、熱膨張率の異なる材料であっても、短時間の処理で強固な接合が可能である。

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

【0014】

Other features and advantages will become apparent in discussion of the embodiments of the invention in relation to the following drawings.

図1は、本発明の1実施形態である接合装置の概略図である。

図2Aは、本発明の1実施形態である封止部材の概略正面図である。

図2Bは、その封止部材の概略断面図である。

図3は、本発明の封止部材の他の実施形態であるテープ状プラスチックフィルムを示す概略図である。

図4は、本発明によるテープ状プラスチックフィルムとシリコン基板1との接合状態を示す概略断面図である。

図5は、本発明の封止部材のさらに他の実施形態である熱可塑性プラスチック

フィルムを示す概略断面図である。

図6は、従来の陽極接合の概略図である。

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

【0015】

本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1、2に示す実施形態は、MEMS部品が形成されたシリコンを石英の封止部材でパッケージングするものである。

【0016】

図1は、本発明の1実施形態の接合装置を示す概略図であり、図2Aは、石英からなる封止部材の概略正面図であり、図2BはそのA-A断面の概略図である。

【0017】

シリコン基板1には、例えば5mm×5mmのチップ上にMEMS部材が作りこまれてMEMS回路が構成されている。封止部材の石英基板2は、図2に示すように、ウェハと同形状で、シリコン基板1のチップに対応して、チップ内のMEMS部品と干渉しないように5mm×5mmの凹部21が形成され、かつアライメントマーク22～25が形成されている。シリコン基板1の石英と接合する面がMEMS部品より高い場合、すなわちMEMS部品と石英基板とが干渉するおそれがない場合には、石英基板に凹部21を設ける必要はない。また、遮光材26が凹部内面に塗布されている。

【0018】

本例では、接合装置にシリコン基板1と石英基板2とを導入する前段階で仮貼り合わせを行う。仮貼り合わせでは、シリコン基板1の表面及び封止部材2のそれぞれの表面が、Arプラズマで清浄化され、アライメントマーク22～25に基づいて両基板が重ねあわされる。なお、本例では、Arプラズマで清浄化して仮貼り合わせを行ったが、このような仮貼り合わせは必須のものではなく、単にアライメントを行って重ね合わせておくだけでもよい。

【0019】

図1に示すように、接合装置は、接合される基板1及び2を載置するステージ3と、基板1及び2に圧力を加える加圧装置4と、基板1及び2の界面に光照射するランプ5を備えている。仮貼り合わせが完了したシリコン基板1と石英基板2とを、シリコン基板1側をステージ3に載置して固定する。ステージ3には真空又は静電チャック（図示せず）が付属しており、シリコン側をステージ3に固定する。また、ステージ3には、冷媒7を流して基板を冷却する温度調節装置6が内蔵されており、装置の動作中例えば20℃に温度調節される。温度調節のためのセンサは冷媒の温度を検出するものでも、基板の温度を計測するものでもよい。次いで石英側から石英治具すなわち加圧装置4を用いて加圧しながら、加圧装置4側に設けられたランプ5を点灯して基板に照射して、シリコン基板1と石英基板2とを接合する。

【0020】

加圧装置4には圧力センサ（図示せず）が設けられ、少なくとも接合作業が開始する前に、3点以上で加圧圧力が均一なものかどうかを確認する。圧力センサは加圧される基板の圧力を直接検知してもよいし、多点で加圧する加圧機構の出力をみるものでもよい。

【0021】

ランプ5から照射される光は、石英治具である加圧部材4及び封止部材の石英基板2ではほとんど吸収されないが、シリコン基板1では吸収される波長が選ばれている。従って、石英基板2は、加熱されないため熱膨張は生じない。一方、シリコン基板1側では表面で光が吸収されるため表面即ち石英基板2とシリコン基板1の界面が活性化され、シリコンと石英中の酸素分子が共有結合し、強固な結合が可能となる。シリコン基板1は冷却されていることと光の吸収が表面で行われることから、シリコン基板1全体が加熱されることはなく、したがって、シリコン基板1の熱膨張も生じない。また、ランプ5による表面の加熱は非常に短時間で可能であり、プロセス時間を短くできる。

【0022】

さらに、遮光材26を凹部底面及び側面に配置して、MEMS部品に光が照射されないようにしたから、加熱の必要がないところには光は照射されず、MEM

S 部品又は半導体回路に光照射による悪影響を防止することができる。当然のことながら遮光材 26 は必須のものではなく、遮光材 26 を配置するかしないか、又はその配置個所は、種々の条件を勘案して決められるものである。

【0023】

本例では、シリコン基板 1 をステージ 3 に載置したが、石英基板 2 をステージ 3 に載置するようにすることも可能である。この場合は、ステージ 3 を照射光を吸収しない材料で構成して、照射光をステージ側から、シリコン基板 1 と石英基板 2 の界面に照射するようにすればよい。いずれにしろ、光を吸収しない側から基板間の界面に光照射ができるように配置すればよい。また、本例では、封止部材の材料は石英を採用したが、ガラスであっても樹脂であってもよい。

【0024】

図 3 に、封止部材の他の実施形態であるテープ状のプラスチックフィルム 8 を示す。テープ状のプラスチックフィルム 8 は、所定個所に接着剤を備えている点で前述の実施形態における封止部材とは異なる。プラスチックフィルム 8 には、シリコン基板 1 に対応するアライメントマーク 81～84 が施され、シリコン基板上に形成された 5 mm×5 mm の MEMS チップに対応して、5 mm×5 mm 部分がチップを覆うように区画され、その周囲に接着剤が予め配置されている。

【0025】

図 4 に、プラスチックフィルム 8 がシリコン基板 1 に接着剤 9 により貼り合わされた概略断面図を示す。接着剤 9 は、5 mm×5 mm の区画の周囲を接合するように配置されている。

【0026】

プラスチックフィルム 8 は、図 3 に示すように巻回されて保持され、ウェハプロセスのパッケージングが必要なときに引き出して、アライメントマーク 81～84 によりアライメントを行いつつ、MEMS 部品を有するシリコン基板 1 を覆う。アライメントされたプラスチックフィルム 8 により覆われたシリコン基板 1 は、ステージに載置され、加圧部材により加圧しながら、プラスチックフィルム 8 側から光を照射することにより接着剤 9 を加熱し、プラスチックフィルム 8 をシリコン基板 1 に接合する。

【0027】

プラスチックフィルム8は先の例と同様に光を吸収しない。本例の場合、接着剤9は光を吸収するものであってもよい。いずれにせよ、照射される光はシリコン基板1の表面又は接着剤9を加熱することになる。この結果プラスチックフィルム8の接合部分に配置された接着剤9が加熱されて接着可能となり、シリコン基板1とプラスチックフィルム8とが接合する。接合の後シリコン基板1の形状に沿って切り離されて、プラスチックフィルム8によるパッケージングが完了する。なお、プラスチックフィルム8は、アライメントが終了して重ね合わされた後、接合する前に切り離されることもできる。

【0028】

図5は、本発明のさらに他の実施形態である熱可塑性プラスチックフィルム11を用いた封止部材の概略断面図である。接合方法自体は、図3及び図4に示した実施形態と同様であるので、説明は省略する。本例の熱可塑性プラスチックフィルム11には、凹部12が形成されているが、接着剤層は設けられていない。凹部12は、シリコン基板上のチップに対応して多数設けられ、シリコン基板を覆うときにチップ内のMEMS部品と干渉しないようになっている。熱可塑性プラスチックフィルム11は、先の例と同様に光を吸収しない材料で構成されている。したがって、シリコン基板と重ねあわされて、加圧され、熱可塑性プラスチックフィルム11側から光照射されると、熱可塑性プラスチックフィルム自体は加熱されることなく、シリコン基板が加熱され、シリコン基板の熱は、凹部12を囲む熱可塑性プラスチックフィルムの突出部13に伝わり、シリコン基板と接する部分が溶解して接合することになる。

【0029】

プラスチックフィルム8及び9の接合部分以外に、図2Bに示したのと同様の遮光材を適宜配置すれば、MEMS回路等に不必要な光が照射されないようにすることができる。

特許請求の範囲

1. 第1の基板と第2の基板を重ね合わせるステップと、
第1の基板に吸収されるが、第2の基板に吸収されない波長の光を、第1の基板と第2の基板との界面に照射して接合するステップとを備える接合方法。
2. 前記接合するステップにおいて、第1の基板と第2の基板とが加圧される請求項1に記載の接合方法。
3. 第1の基板と第2の基板とを重ね合わせて接合する接合装置であって、
第1の基板に吸収されるが、第2の基板に吸収されない波長の光を、第1の基板と第2の基板との界面に照射する光照射装置を備える接合装置。
4. 前記波長の光を吸収しない材料で構成され、前記第1の基板と前記第2の基板とを加圧する加圧装置を備える請求項3に記載の接合装置。
5. 前記加圧装置による加圧圧力を計測するセンサを備える請求項4に記載の接合装置。
6. 前記第1の基板の光照射側とは反対側に温度調節装置を備える請求項3に記載の接合装置。
7. 請求項1に記載の接合方法において前記第2の基板として使用される、石英、ガラス又は樹脂からなる封止部材。
8. 前記第1の基板と同一形状でアライメントマークを有する請求項7に記載の封止部材。
9. 前記第1の基板に形成される部材との干渉を防ぐ凹部を有する請求項7に記載の封止部材。
10. 所定個所に遮光材を有する請求項7に記載の封止部材。
11. 請求項1に記載の接合方法において前記第2の基板として使用される、熱可塑性を有するプラスチックフィルムからなる封止部材。
12. アライメントマークを有する請求項11に記載の封止部材。
13. 所定個所に遮光材を有する請求項11に記載の封止部材。
14. 請求項1に記載の接合方法において前記第2の基板として使用される、光照射により接着可能となる接着剤を有するプラスチックフィルムからなる封止

部材。

- 15. アライメントマークを有する請求項14に記載の封止部材。
- 16. 所定個所に遮光材を有する請求項14に記載の封止部材。
- 17. 前記接着剤は、それ自体が光照射により加熱され接着可能となる請求項14に記載の封止部材。
- 18. 前記接着剤は、光照射により第一の基板が加熱されることにより加熱され接着可能となる請求項14に記載の封止部材。

要約書

MEMS回路が形成されたシリコン基板とこれを封止する石英基板とを仮貼り合わせし、加圧治具で加圧しながら、シリコン基板に吸収されるが加圧治具及び石英基板に吸収されない波長の光を、ランプによりシリコン基板と石英基板との界面に照射して、界面を加熱することにより、接合を行う。